Die

Bedeutung der Bakterienfarbstoffe

für die

Unterscheidung der Arten.

Inaugural-Dissertation

verfasst und der

hohen philosophischen Fakultät der Universität Basel

zur

Erlangung der philosophischen Doktorwürde

vorgelegt von

Paul Schneider

aus Bischweiler i/E.

1894.

Die

Bedeutung der Bakterienfarbstoffe

für die

Unterscheidung der Arten.

Inaugural-Dissertation

verfasst und der

hohen philosophischen Fakultät der Universität Basel

zur

Erlangung der philosophischen Doktorwürde

vorgelegt von

Paul Schneider

aus Bischweiler i/E.

Es sei mir gestattet, Herrn Privatdocenten Dr. *Migula* für die Anregung zu dieser Arbeit, sowie für sein Interesse, welches er dem Fortschreiten derselben entgegenbrachte, meinen Dank auszusprechen.

Ebenso bin ich Herrn Professor Dr. *Friedländer* für seine gütigen Ratschläge beim chemischen Teil der Untersuchung zu Dank verpflichtet.

Schliesslich erlaube ich mir, Herrn Professor Dr. *Klein*, dem Vorstande der bakteriologischen Abteilung der Grossherzoglichen Lebensmittelprüfungsstation, in deren Räumen die Untersuchungen zum Teil ausgeführt wurden, für die gütige Erlaubnis zur Benützung der Apparate meinen Dank zu sagen.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543921_0074

Einleitung.

Im Laufe der letzten Jahre sind nach und nach eine solche Menge verschiedener Bakterienarten beschrieben worden, dass es demjenigen, der sich nicht fortwährend damit beschäftigt, zur Zeit ganz unmöglich ist, sich in dieser Pflanzengruppe, die zwar arm an Formen, aber reich an Arten ist, zurecht zu finden. Aber auch für den Bakteriologen von Fach gibt es nicht geringe Schwierigkeiten zu überwinden, wenn es sich zum Beispiel darum handelt, eine Anzahl verschiedener Bakterienarten zu bestimmen, welche er bei der Untersuchung eines Wassers isoliert hat. Das Schwierigste dabei ist jedoch, dass die morphologischen Merkmale, nach denen wir im allgemeinen die Arten zu unterscheiden gewohnt sind, bei den Bakterien mit unseren gegenwärtigen Hülfsmitteln nicht in dem Grade wahrnehmbar sind, als es notwendig erscheint. Die zweifellos vorhandenen morphologischen Differenzen liegen noch jenseits der Leistungsfähigkeit unserer Mikroskope.

Wollten wir uns also bei der Charakterisierung der Bakterienarten nur auf die morphologischen Differenzen stützen, so würden wir niemals wirkliche natürliche, sondern nur nach Merkmalen der Form geschiedene Arten bekommen, die oft ganz heterogene

Organismen enthalten könnten. Die Typhusbacillen zum Beispiel haben eine so wenig charakteristische Gestalt, dass man gewisse Formen der verschiedensten gährungerregenden Bakterien morphologisch von jenen nicht unterscheiden kann. Die Thatsache also, dass wir unter ein und derselben Form Organismen finden, die eine ganz verschiedene Thätigkeit entfalten, zwingt uns zu der Annahme, dass es sich auch um ganz verschiedene Individuen handle. Und da wir dieselben auf keine Weise von einander trennen können, als durch die Verschiedenheit ihrer Lebensäusserungen, so hat sich der Gebrauch, die biologischen Merkmale in erster Linie zur Unterscheidung der Bakterienarten zu verwenden, in solcher Weise eingebürgert, dass die vorhandenen morphologischen Merkmale allzuoft vernachlässigt werden. Wir müssen aber doch unter allen Umständen daran festhalten, dass alle diese biologischen Merkmale nur ein Notbehelf sind und weit grösseren Schwankungen unterliegen als die morphologischen Charaktere.

So lange wir also die Ersteren zur Unterscheidung der Arten nicht entbehren können, und dies ist voraussichtlich noch lange der Fall, müssen wir wenigstens darnach trachten, Merkmale aufzusuchen, welche möglichst geringen Veränderungen unterworfen sind. Dies ist bekanntlich gerade bei den Kulturmerkmalen nicht immer der Fall. Insbesondere da, wo es möglich ist, tiefer in die Biologie einzudringen und neben den äusserlich sichtbaren Verschiedenheiten in der Lebensthätigkeit der einzelnen Arten, die ja durch äusserliche Verhältnisse ganz bedeutende Schwankungen erleiden können, noch solche zu finden, die sich

in exakter Weise etwa durch chemische Reaktionen genauer präzisieren lassen, sollte man doch die dadurch gewonnenen Merkmale besonders berücksichtigen und, wenigstens unter den biologischen, ihnen besondere Bedeutung beilegen. Wenn es beispielsweise gelingt, unter den durch eine gewisse Bakterienart gebildeten Zersetzungsprodukten des Milchzuckers neben Milchsäure auch noch Buttersäure nachzuweisen, so werden wir diese Art von einer andern, die nur Milchsäure unter gleichen Verhältnissen produziert, so weit sicherer unterschieden haben, als etwa durch Wachstumseigentümlichkeiten auf Gelatine oder Agar. Von diesem Gesichtspunkte ausgehend habe ich es unternommen, zu untersuchen, in wie weit die chemischen Reaktionen der Farbstoffe verschiedener Bakterienarten zur Unterscheidung der letzteren herangezogen werden können. Es sind dabei auch sehr oft Organismen gewählt worden, welche sich mikroskopisch sehr ähnlich verhalten und namentlich auch scheinbar gleichartige Farbstoffe produzieren. Sind nun die Reaktionen eines Farbstoffes einer Bakterienart hinreichend charakteristisch, so lassen sich dieselben auch dann noch mit Sicherheit von andern ähnlichen Organismen unterscheiden und erkennen, wenn sie das Vermögen der Farbstoffproduktion beinahe verloren haben, was bei den verschiedensten Arten nicht selten vorkommt; denn auch die minimalsten Mengen des Farbstoffes müssen die charakteristischen Reaktionen ergeben. Die nachfolgenden Untersuchungen sind also im wesentlichen von systematischen Gesichtspunkten ausgeführt worden. Dass sie ihrem Charakter nach mehr biologischer

Natur sind, liegt eben in dem Wesen der gegenwärtigen Bakteriensystematik.

Bezüglich der Litteratur habe ich nur die wichtigsten Arbeiten angeführt, da sehr zahlreiche, die über farbstoffbildende Bakterien handeln, sich mit der Untersuchung des Farbstoffes selbst gar nicht beschäftigen, also für die vorliegende Arbeit nicht in Betracht kommen können.

Methoden der Untersuchung.

In erster Linie handelte es sich darum, einen Nährboden darzustellen, der sich für das Wachstum der chromogenen Bakterien als vorteilhaft zeigte: ferner darum, denselben in solche Behälter zu bringen, die eine grosse Oberfläche darbieten. Das Nährsubstrat, welches sich, ausgenommen bei Bacillus indigonaceus, Micrococcus erythromixa und rhodochrous, für alle andern von mir gezüchteten Bakterien ausgezeichnet bewährte, war der Reisboden, der auf folgende Art bereitet wurde. 150 gr. Reismehl wurden mit 450 gr. einer sterilisierten, schwach alkalischen Nährflüssigkeit, die 5 gr. Fleischextrakt, 5 gr. Traubenzucker und 30 gr. Pepton auf einen Liter gelöst enthielt, zu einem Brei angerührt. Diese Menge wurde dann zu gleichen Teilen in Kulturschalen mit Deckel von 25 cm. Durchmesser gegossen und vier Stunden in dem Dampfsterilisationsapparat einer Temperatur von 100° ausgesetzt. Durch diese Operation wurden zwei wesentliche Bedingungen erreicht. Einerseits wurden alle Keime, die sich sowohl im Reismehl, als auch an den Glaswänden und in der noch eingeschlossenen Luft befanden, zerstört, wodurch die Schale vollkommen steril wurde; andererseits verband sich das Reismehl mit der Nährlösung zu einem festen Nährboden mit glatter Oberfläche, welcher durch die chemischen, bei der Lebensthätigkeit der Bakterien sich abspielenden Prozesse nicht wesentlich verändert und namentlich nicht verflüssigt wurde. Für den Bacillus indigonaceus wurde ein sehr schwach alkalischer Gelatine-Nährboden dargestellt, wie auch für den

Micrococcus erythromixa und rhodochrous, da ihnen der Reisboden nicht zusagt. Sterilisierte Gelatine wurde in sterilisierte Glasschalen ausgegossen, und letztere zur grösseren Vorsicht noch während zweier Tage je 20 Minuten weiter sterilisiert. Das Bakterienmaterial wurde nun mittelst eines geglühten Platindrahtes auf den Nährboden ausgestrichen. Die erste Arbeit war, die Bakterien, welche mir von Herrn Privatdocenten Dr. Migula gütigst zur Verfügung gestellt worden waren, auf Agar, das nach der üblichen Weise dargestellt war, überzuimpfen, um so Ausgangsmaterial in genügender Menge zu erhalten. Nach zirka acht Tagen war die Entwicklung auf demselben so weit fortgeschritten, dass die Kultur auf den Reisboden gebracht werden konnte, und zwar geschah dies folgendermassen. Reagensgläser wurden bis zum Dritteil ihrer Höhe mit Fleischextraktlösung, wie sie zur Darstellung des Reisbodens benützt wurde, angefüllt und sterilisiert. Von dieser sterilen Bouillon wurde der Inhalt je eines Reagensglases zu der Agar Reinkultur gefügt, und die Bakterien mit einer sterilen Platinnadel darin verteilt; dann wurde die Bouillon möglichst schnell auf den Reisboden gegossen und durch heftiges Schütteln über die ganze Oberfläche verteilt. Die Fleischlösung zog in den Nährboden ein, während die Bakterien sich auf der Oberfläche üppig entwickelten. Trotz der grossen Vorsicht, die auf die Anlegung dieser Platten verwendet wurde, kam es nicht selten vor, dass sich fremde Organismen, andere Bakterienarten oder Schimmel, einfanden. Solche Platten wurden entweder sofort ausgeschieden oder, wenn nur wenige fremde Kolonien vorhanden waren, durch Ausstechen der letzteren mit einem sterilen Platinspatel gereinigt. Hatten sich nun bei den einen in drei Wochen, bei den andern in

vierzehn, ja bei manchen sogar schon in sechs bis acht Tagen die Bakterien so üppig entwickelt, dass eine ziemlich dichte, charakteristisch gefärbte Auflagerung sich auf dem Nährboden vorfand, so wurde diese vorsichtig mit einem Objektträger abgeschabt, und nun versucht, das Pigment in Lösung zu bringen. Es zeigte sich, dass die produzierten Pigmente, mit Ausnahme derjenigen des Micrococcus cereus flavus und des Bacillus indigonaceus, sich in absolutem Alkohol lösten. Die so entstandene Lösung enthielt jedoch stets geringe Mengen von dem Substrate, welche beim Abnehmen des Farbstoffes unvermeidlich mit abgeschabt wurden. Um diese zu entfernen, dampfte ich die Lösung vorsichtig auf dem Wasserbade ein, gab etwas Wasser zu dem Rückstande und dampfte abermals zur Trockene. Dieser Rückstand wurde nun mit absolutem Alkohol versetzt und das Pigment bei mässiger Wärme extrahiert, wobei die vom Substrate abgenommenen festen Teilchen sich an der Glaswand als fester Belag ansetzten. Sodann wurde die alkoholische Pigmentlösung den verschiedenen Reaktionen unterworfen. Als Lösungsmittel für das Pigment wurden verwendet: Alkohol, Äther, Benzol, Schwefelkohlenstoff, Chloroform und destilliertes Wasser. Bei Micrococcus cereus flavus habe ich auch noch beinahe farbloses Ricinusöl, jedoch ohne Erfolg, verwendet. Es hat sich herausgestellt, dass fast alle Pigmente in den angegebenen Lösungsmitteln gelöst werden können, mit Ausnahme von destilliertem Wasser. Ich habe letztere auf den Rückstand einwirken lassen, den man erhält, wenn man die alkoholische Lösung vorsichtig eindampft, möchte jedoch darauf aufmerksam machen, dass man, nach Einwirkung des Lösungsmittels, die Flüssigkeit jedesmal filtrieren muss, da der Farbstoff in derselben oft so fein suspendiert

ist, dass man ihn für gelöst halten könnte. Es sind bis jetzt nur wenige Bakterienfarbstoffe auf ihr Verhalten gegenüber chemischen Agentien untersucht worden; doch scheint mir, dass man diese teils nur auf alkoholische Lösung, wie bei Bacillus prodigiosus zum Beispiel, teils nur auf den Abdampfrückstand, wie es bei Bacillus aureus Adametz, Micrococcus erythromixa und rhodochrous der Fall ist, einwirken liess. Ich habe es nun so gehalten, dass ich zunächst auf die alkoholische Lösung, und zwar auf je einen cbcm. einen Tropfen reiner konzentrierter Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, rauchender Salpetersäure und Eisessig reagieren liess und die eventuell eingetretenen Farbenveränderungen notierte. Ebenso verwendete ich noch Kalilauge und Ammoniak, je ein bis zwei Tropfen auf einen cbcm. der Lösung. Ferner gebrauchte ich noch Chlorwasser, durch welches sämtliche Farbstoffe zerstört wurden, und als letzte Reaktion ein Reduktionsmittel, Zinkstaub und Eisessig. Es ist selbstverständlich, dass die Reagentien völlig rein waren, und solche, wie das Chlorwasser, eigens dazu frisch hergestellt wurden. Ausserdem verdampfte ich auch auf zwei Uhrgläsern ein wenig Lösung und gab auf das eine einen Tropfen konzentrierte Kalilauge, auf das andere einen Tropfen konzentrierte Schwefelsäure und beobachtete die hierbei eintretenden Veränderungen. Bei den wenigen in dieser Beziehung angestellten Untersuchungen über Farbstoffe beschränkte man sich meist auf Schwefelsäure, Salzsäure, vielleicht auch noch auf Salpetersäure, Kalilauge und Ammoniak. Wie dagegen aus der Ausführung ersichtlich, habe ich möglichst viele Reagentien einwirken lassen, um das Verhalten des Pigmentes gut kennzeichnen zu können. Bei denjenigen Bakterien, deren Farbstoffe bereits untersucht

waren, habe ich die Reaktionen nachgeprüft und die fehlenden ergänzt. Für manche Farbstoffe war das spektroskopische Verhalten der alkoholischen Lösung charakteristisch. Der benutzte Kirchhoff-Bunsensche Spektralapparat war in einer Dunkelkammer aufgestellt, um alles Tageslicht fern zu halten. Der Apparat wurde vor seiner Benützung mit der Natriumflamme auf seine Richtigkeit geprüft.

Zur Untersuchung gelangten folgende Organismen:

Bacillus prodigiosus.
Kieler Bacillus.
Bacillus mycoides roseus.
Bacterium rubrum.
Micrococcus erythromixa.
Micrococcus rhodochrous.
Rote Kokken v. Erm.
Micrococcus tetragenus ruber.
Micrococcus aus Kot.
Micrococcus carneus.
Micrococcus agilis.
Micrococcus cinnabarinus.
Sarcina rosea.
Bacillus aureus.
Bacillus aurescens.
Micrococcus aurantiacus.
Staphylococcus pyogenes aureus.
Sarcina aurantiaca.
Bacillus fuscus.
Bacillus ochraceus.
Bacillus chrysogloia.
Bacillus aquatilis.
Bacillus arborescens.
Goldgelb chagrinierter Bacillus.
Bacillus diffusus.
Micrococcus cereus flavus.
Sarcina lutea.
Bacillus ianthinus.
Bacillus violaceus.
Bacillus indigonaceus.

Experimenteller Teil.

Bacillus prodigiosus.

Litteratur: *Erdmann.* Journal für praktische Chemie 1866. pag. 385, 407.
J. Schröter. Beiträge zur Biologie der Pflanzen 1875. pag. 109.
B. Griffiths. Comptes rendus des séances de l'académie des sciences, juillet—décembre 1892. pag. 321.

Als Nährboden für diese Art diente der erwähnte Reisbrei, auf welchem sich nach neun Tagen ein dicker blutroter Überzug von schleimiger Beschaffenheit gebildet hatte. Gleichzeitig entwickelte sich auch ein an Trimethylamin erinnernder widerlicher Geruch. Das Pigment wurde mit einem Spatel abgekratzt und in absolutem Alkohol gelöst, was eine granatrote Flüssigkeit ergab. Der Farbstoff löst sich noch in Äther, Chloroform, Benzol und Schwefelkohlenstoff, während er in verdünntem Alkohol nur wenig, in Wasser gar nicht löslich ist. Versetzt man die alkoholische Lösung mit Schwefelsäure, so wird sie zuerst karmin, dann rotviolett. Durch Essigsäure wird und bleibt die Lösung karminrot, wogegen sie mit Salzsäure zuerst karminrot, nach zirka einer Viertelstunde aber rotviolett wird. Fügt man einen Tropfen Salpetersäure bei, so schlägt die Farbe zuerst in karminrot, dann in rotviolett um. Mit rauchender Salpetersäure wird die Lösung schön karminrot. Chlorwasser dagegen verändert die Farbe in rotbraun, worauf sie allmälig goldgelb und nach einigem Stehen farblos wird. Durch Kalilauge, sowie auch durch Ammoniak wird die Lösung braungelb: vorsichtiger Zusatz von Salzsäure jedoch ruft die ursprüngliche Farbe wieder hervor. Verhalten gegen Reduktion:

Mit Zinkstaub und Eisessig tritt keine Entfärbung ein. Lässt man auf den purpurroten Rückstand, den man erhält, wenn man die alkoholische Lösung vorsichtig auf dem Wasserbade eindampft, Schwefelsäure einwirken, so wird er rotbraun, während Kalilauge eine gelbbraune Farbe bewirkt. Spektroskopisches Verhalten: Die alkoholische Lösung zeigt im Spektrum einen sehr charakteristischen Streifen vollständiger Absorption von 66—70 und von 70 ab eine starke Verdunkelung; violett und blau waren vollständig absorbiert. Wie allen übrigen Bakterienpigmenten kommt auch dem des Bacillus prodigiosus nur eine sehr geringe Beständigkeit gegenüber dem Einflusse des direkten Sonnenlichtes zu. Um dies zu bestätigen, wurde etwas von den Pigmentlösungen in Reagensgläser gebracht und dieselben an das Fenster gestellt, und dies hatte zur Folge, dass sämtliche Lösungen nach wenigen Tagen vollkommen entfärbt waren. Im diffusen Tageslicht dagegen und gar im Dunkeln sind diese Farbstoffe lange Zeit haltbar. — Man ist im stande mit diesen Bakterienfarbstoffen Wolle, sowie auch Seide zu färben; doch ihr Verhalten zu Licht spricht ihnen jede Anwendung in der Färberei ab.

Die von Schröter auf die alkoholische Lösung des prodigiosus ausgeführten Reaktionen stimmen mit den von mir ausgeführten nahezu völlig überein. Eisenberg aber gibt in seiner Bakteriendiagnostik an, dass das Pigment in Wasser löslich sei; allein alle andern Forscher, die sich mit diesem Farbstoff beschäftigten, gelangten zu dem von mir bestätigten Resultate, dass es in Wasser unlöslich ist. Ferner gibt Eisenberg drei Absorptionsbänder im Spektrum an, Griffiths deren zwei, während Schröter und ich nur ein Absorptionsband im Grün zwischen 66 und 70 erkennen

konnten. Letzteres wurde aber von allen Beobachtern wahrgenommen, sodass man es als typisch anerkennen muss.

Kieler Bacillus.

Litteratur: *J. Breunig.* Untersuchung des Trinkwassers der Stadt Kiel 1888.

E. Laurant. Etude sur la variabilité du bacille rouge de Kiel. Annales de l'institut Pasteur 1890. No. 8. pag. 465.

Zur Züchtung des Bacillus diente der Reisboden. Nach zehn Tagen war der produzierte Farbstoffbelag fuchsinrot, grünlich schimmernd und so dicht, dass er von der Platte entnommen werden konnte. Lösungsmittel: Die alkoholische Lösung ist granatrot. Ferner löst sich das Pigment in Äther, Chloroform, Schwefelkohlenstoff und Benzol, während es in Wasser unlöslich ist. Versetzt man die alkoholische Lösung mit Schwefelsäure, so wird sie rotviolett; ebenso wirkt Salzsäure. Eisessig, Salpetersäure und rauchende Salpetersäure. Ein Tropfen Chlorwasser zerstört den Farbstoff, indem die Lösung zuerst gelblich, dann farblos wird. Durch Kalilauge wird die Lösung bräunlich gelb, vorsichtiger Zusatz von Salzsäure jedoch stellt die granatrote Farbe wieder her. Ammoniak verändert die Farbe in Goldgelb. Ein Teil der alkoholischen Lösung wurde mit Eisessig stark angesäuert und hierauf Zinkstaub zugesetzt, worauf die Lösung durch den sich entwickelnden Wasserstoff sich schon in der Kälte als farblos zeigte. Giesst man diese farblose Lösung auf Filtrierpapier, so stellt sich der ursprüngliche Farbstoff bei Berührung mit der Luft wieder ein und das anfangs farblose Papier wird nunmehr rot. Diese für diesen Farbstoff so sehr charakteristische Reaktion ist somit ganz analog dem Verhalten einer Leucobase. Der Abdampfrückstand war

blutrot, wurde aber braunrot, sobald man ihn mit einem Tropfen Schwefelsäure versetzte. Behandelt man ihn dagegen mit Kalilauge, so geht das Blutrot in Gelbrot über. Die Farbstofflösung wurde bei dieser, wie bei allen übrigen Lösungen in ein Prisma gebracht und das Spektrum in der Schicht beobachtet, bei welcher es sich am deutlichsten zeigte. Der Kieler Bacillus hat ein sehr charakteristisches Spektrum: es tritt nämlich im Grün von 63–65 Verdunkelung ein, von 65—70 ein sehr schöner charakteristischer Absorptionsstreifen; dann tritt das Spektrum wieder unverändert auf und von 135 ab beobachtet man wieder vollständige Verdunkelung. Die Ähnlichkeit des Farbstoffes auf der Platte mit Fuchsin hatte mich dazu angeregt, Versuche anzustellen, ihn krystallinisch darzustellen; doch all die vielen Versuche blieben resultatlos. Es ist mir wie E. Laurent ergangen, der darüber in den Annalen des Institut Pasteur folgendes sagt: Il m'a été impossible d'obtenir des combinaisons cristallisables de la substance chromogène.

Bacillus mycoides roseus. Scholl.

Litteratur: *Eisenberg.* Bakteriendiagnostik. No. 65.

Auf dem Reisboden hatte sich nach zirka 14 Tagen eine gleichmässig rosarote Auflagerung gebildet, welche abgenommen und in Alkohol gelöst wurde. Löslichkeit: In Alkohol, wie auch in Benzol, Chloroform, Schwefelkohlenstoff und Äther ist das Pigment mit goldgelber Farbe löslich, was dagegen in kaltem und warmem Wasser nicht der Fall ist. Verhalten der alkoholischen Lösung gegen Säuren: Mit einem Tropfen Schwefelsäure bleibt die Farbe bestehen, wird aber bei weiterem Zusatze zerstört und geht in ein bläulich grün über. Salzsäure lässt

den Farbstoff zuerst unverändert: einige Minuten später wird die Lösung ein wenig gelber mit einem Stich ins Grüne. Eisessig lässt die Farbe bestehen, wogegen Salpetersäure den Farbstoff zerstört, worauf die Lösung zuerst heller gelb und schliesslich beinahe farblos wird mit sehr geringem grünem Schimmer. Rauchende Salpetersäure zerstört den Farbstoff sofort, und der Lösung bleibt nur ein leichter Stich ins Gelbe; durch Chlorwasser schliesslich wird die Flüssigkeit sofort farblos. Verhalten der Lösung gegen Alkalien: Auf Zusatz von Ammoniak bleibt die Farbe bestehen; mit Kalilauge versetzt, geht das Goldgelb in ein helleres Goldgelb mit einem Stich ins Grüne über. Verhalten gegen Reduktion: Die goldgelbe Flüssigkeit wird durch Zinkstaub und Eisessig citronengelb. Reaktionen auf den Abdampfrückstand: Der goldgelbe Rückstand wird durch einen Tropfen Schwefelsäure leicht olivengrün, während ein Tropfen Kalilauge keine Veränderung hervorruft. Auch der Bacillus mycoides roseus zeigt ein sehr charakteristisches Spektrum, nämlich einen Absorptionsstreifen, der von 95—99 geht, von 97—99 aber ganz besonders scharf ist; darauf ist das Spektrum wieder sichtbar bis 114. Von da bis 116 tritt Verdunkelung, dann vollständige Absorption ein.

Bacterium rubrum.

Diese Art wurde von Herrn Dr. *Migula* aus Sumpfwasser gezüchtet und wird demnächst in dessen Bakteriensystematik beschrieben werden.

Der Reisnährboden war nach 14 Tagen zinnoberrot gefärbt, die einzelnen Kolonien dagegen karminrot. In Äther, Benzol und Chloroform war das Pigment löslich. In Alkohol löste es sich mit rotgelber Farbe, in Schwefelkohlenstoff jedoch schön rotorange.

Sowohl in kaltem als in warmem Wasser war der Farbstoff unlöslich. Verhalten der alkoholischen Lösung gegen Säuren: Mit Schwefelsäure bleibt sie unverändert; ebenso wirkt Salzsäure, gibt ihr jedoch einen ganz leichten, mehr rötlichen Schimmer. Essigsäure verändert die Lösung nicht, während sie durch Salpetersäure schwach grün, beinahe farblos wird. Rauchende Salpetersäure zerstört den Farbstoff gleichfalls und die Lösung wird leicht gelbgrün, beinahe farblos. Chlorwasser entfärbt momentan. Verhalten gegen Alkalien: Sowohl Kalilauge als auch Ammoniak liessen die Lösung unverändert. Reduktion: Zinkstaub und Eisessig bewirkten nach Filtration eine citronengelbe Färbung der Lösung. Bringt man auf den rotgelben Rückstand einen Tropfen Schwefelsäure, so ergibt sich eine blaugrüne Farbe, fügt man ihm aber Kalilauge bei, so bleibt die Farbe bestehen. Das spektroskopische Bild wies keine Absorptionsstreifen auf; dagegen trat von 75—84 eine Verdunkelung, dann vollständige Absorption ein.

Micrococcus erythromixa.

Litteratur: *Overbeck.* Zur Kenntnis der Fettfarbstoffe. Halle 1891.
Zopf. Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft 1891. pag. 22.

Nachdem dieser Micrococcus auf einem Gelatinenährboden zwei Wochen lang gezüchtet worden war, konnte der hellzinnoberrote Farbstoff abgenommen werden. Die Kolonien entwickelten sich von einander getrennt. Die Löslichkeit des Farbstoffes stimmte mit den Angaben Overbecks völlig überein. Er ist in Alkohol, Chloroform, Schwefelkohlenstoff mit rotgelber Farbe löslich. Der wasserlösliche Teil wurde nicht berücksichtigt, sondern die Reaktionen, wie bei den andern Lösungen nur in dem alkoholischen Aus-

zuge beobachtet. Untersucht man ferner, wie sich der Farbstoff gegen Säuren verhält, so ergibt sich zunächst, dass nur ein Tropfen Schwefelsäure die Lösung unverändert lässt, während sie blaugrün wird, sobald ein grösseres Quantum darauf einwirkt. Salzsäure und Essigsäure bringen keinerlei Veränderungen hervor. Genügt schon ein Tropfen Salpetersäure, um die Lösung ein wenig gelber zu machen, so führt ein etwas stärkerer Zusatz beinahe zu vollständiger Farblosigkeit. Rauchende Salpetersäure und Chlorwasser zerstören die Farbe. Kalilauge macht sie ein wenig gelber, während Ammoniak sie ganz unverändert lässt. Ein Tropfen Schwefelsäure auf den orangegelben Abdampfrückstand gebracht, färbt ihn blaugrün, dann schmutzig blaugrün, wogegen er durch einen Tropfen Salpetersäure citronengelb wird; auch diese beiden Reaktionen stimmen mit denen von Overbeck überein. Mit Kalilauge versetzt, wird das Pigment orangerot. Behandelt man es aber mit Zinkstaub und Eisessig, so verliert die Lösung die rote Farbe und die Flüssigkeit ist rein gelb. Spektroskopisches Verhalten: Das Spektrum verdunkelt sich von 75—80, dann tritt vollständige Absorption ein.

Micrococcus rhodochrous.

Litteratur: *Overbeck*. Zur Kenntnis der Fettfarbstoffe. Halle 1891.
Zopf. Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft 1891. pag. 22.

Die scharlachroten Kolonien konnten nach 17 Tagen von der Gelatineplatte entnommen werden, worauf sich zeigte, dass das Pigment in Schwefelkohlenstoff, Benzol, Chloroform und Äther löslich ist. Die rötlichgelbe alkoholische Lösung wird auf Zusatz von einem Tropfen Schwefelsäure bräunlichgelb, bei weiterem Zusatze blaugrün, mit einem Tropfen Salz-

säure dagegen fleischfarbig. Lässt man einen oder mehrere Tropfen Essigsäure auf die Lösung einwirken, so bleibt die Farbe bestehen, verwendet man aber einen Tropfen Salpetersäure, so verändert sie sich, wird grünlichgelb und nach und nach ganz farblos. Sowohl die rauchende Salpetersäure als auch das Chlorwasser entfärben die Flüssigkeit momentan. Kalilauge lässt die Lösung unverändert. Ammoniak dagegen ändert sie in Rosa um. Wie bei sehr vielen rötlichgelbe alkoholische Lösungen liefernden Pigmentbakterien, so verschwindet auch hier durch Reduktion mit Eisessig und Zinkstaub der rötliche Schimmer und die Lösung erscheint gelb. Dampft man die alkoholische Lösung auf dem Wasserbade vorsichtig ein, so bleibt ein ziegelroter Rückstand zurück. Ein Tropfen Schwefelsäure bewirkt eine schmutzig grüne Färbung, während das gleiche Quantum Salpetersäure citronengelbe Färbung hervorbringt, die dann grünlichgelb wird. Kalilauge lässt den Rückstand unverändert. Das Spektralbild ist dasselbe wie bei erythromixa. Es trat also von 75– 80 Verdunkelung, dann Absorption des Spektrums ein. Die wenigen Reaktionen, die Overbeck anführt, stimmen mit den meinen überein, bis auf das Spektralbild. Overbeck beobachtet sowohl bei Micrococcus rhodochrous als auch erythromixa ein breites Absorptionsband bei F., welches ich nicht wahrnehmen konnte.

Micrococcus tetragenus ruber.

Die Kultur war mit der Bezeichnung Micrococcus tetragenus ruber von Herrn *Bujwid* Herrn Dr. *Migula* übersendet und von diesem letzteren mir zur Verfügung gestellt worden.

Der Überzug auf der Reisplatte war nach 14 Tagen fleischrot gefärbt und zeigte eine gleichmässige Entwicklung der Kolonien. Löslich ist das Pigment

in Äther, Benzol, Schwefelkohlenstoff, Chloroform und in Alkohol mit gelbroter Farbe, nicht dagegen in Wasser. Bezüglich der Reaktion der Säuren auf die alkoholische Flüssigkeit ist zu bemerken, dass Schwefelsäure die Farbe in goldgelb umwandelt, Salzsäure aber, sowie auch Essigsäure die Farbe bestehen lassen. Salpetersäure zerstört das Pigment und die Lösung wird leicht gräulich, beinahe farblos. Mit rauchender Salpetersäure wird die Lösung leicht gelblich, beinahe farblos, und Chlorwasser entfärbt sie momentan. Sowohl bei Kalilauge als auch bei Ammoniak konnte man keine Einwirkung auf die Farbe erkennen. Kommt Zinkstaub und Eisessig zur Verwendung, so verliert auch diese Flüssigkeit das Rot und wird leicht gelblich, beinahe farblos. Der rotgelbe Abdampfrückstand der alkoholischen Lösung wird durch einen Tropfen Schwefelsäure olivengrün, während ein Tropfen Kalilauge seine Farbe nicht verändert. Das spektroskopische Bild zeigt eine Verdunkelung von 65—130, dann vollständige Absorption.

Micrococcus carneus.

Litteratur: *Zimmermann*, Die Bakterien der Nutz- und Trinkwässer, insbesondere des Wassers der Chemnitzer Wasserleitung 1890, S. 34—35.

Nach Verlauf von zehn Tagen war die Entwicklung so weit vorgeschritten, dass der hellziegelrote Farbstoff entnommen werden konnte. Als Lösungsmittel für das Pigment kann man Benzol, Äther, Schwefelkohlenstoff und Chloroform verwenden. In Alkohol löst es sich mit rotgelber Farbe. Fügt man einen Tropfen Schwefelsäure zu dieser alkoholischen Lösung, so wird die Flüssigkeit nach und nach gelber, bleibt aber völlig unverändert, wenn der gleiche Versuch mit Salzsäure oder Eisessig angestellt wird. Sal-

petersäure und rauchende Salpetersäure reagieren ganz gleich, indem sie ein Verblassen der Lösung bewirken, worauf eine beinahe farblose Flüssigkeit mit gelblichgrünem Schimmer hinterbleibt. Durch Chlorwasser wird die Lösung momentan entfärbt, leicht gelb, beinahe farblos dagegen durch Reduktion mit Eisessig und Zinkstaub. Ammoniak lässt die Farbe unverändert, während Kalilauge ein Übergehen der Flüssigkeit in Orange hervorruft. Wirkt ein Tropfen Schwefelsäure auf den rotgelben Abdampfrückstand der alkoholischen Lösung ein, so geht die rotgelbe Farbe in Olivengrün über, in Orange aber, wenn Kalilauge zur Verwendung kommt. Auch hier konnte ich keine Absorptionsbänder im Spektrum wahrnehmen, denn das Bild zeigte von 65—78 Verdunkelung, dann Auslöschen der übrigen Strahlen. Von dem in der Gelatine und Agarkultur, sowie morphologisch sehr ähnlichen Micrococcus tetragenus ruber unterscheidet sich unser Bacillus auch in Bezug auf den Farbstoff sehr wenig: nur lässt die Kalilauge den einen Farbstoff unverändert, während sie den andern aus rotgelb in orange überführt.

Rote Kokken.

Die Kultur war mit der Bezeichnung „rote Kokken“ von *V. Ermenghen* Herrn Dr. *Migula* übersendet und von letzterem mir zur Verfügung gestellt worden.

Der Reisboden war nach 10 Tagen rosarot und wies einen griesigen, glanzlosen Überzug auf. Das Pigment ist mit rotoranger Farbe in Alkohol löslich; ferner löst es sich in Benzol, Schwefelkohlenstoff, Chloroform und Äther, nicht dagegen in warmem oder kaltem Wasser. Schwefelsäure, Salpetersäure und Eisessig lassen die Farbe bestehen, während rauchende Salpetersäure den Farbstoff sofort zerstört und

eine leicht gelbgrüne Lösung hervorruft. Chlorwasser macht die Lösung farblos, wogegen Kalilauge und Ammoniak die Farbe nicht verändern. Durch Zinkstaub und Eisessig wird die Flüssigkeit hellgelb, beinahe farblos. Betupft man den dunkelfleischfarbigen Rückstand mit einem Tropfen Schwefelsäure, so wird er schmutzig olivengrün, rotorange aber, wenn ein Tropfen Kalilauge darauf gebracht wird. Das spektroskopische Verhalten dieser Lösung ist sehr charakteristisch. Es treten nämlich im Spektrum zwei Absorptionsbänder auf, das eine zwischen 68 und 71, worauf das Grün bis 78 sichtbar ist, das andere von 78—83; dann zeigt sich das Blau, von 135 ab jedoch ist alles absorbiert.

Micrococcus agilis.

Litteratur: *Ali-Cohen.* Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde. Bd. VI. pag. 35—36.

Der dunkelzinnoberrote Farbstoff, der sich nach 10 Tagen auf dem Reisboden aufgelagert hatte, wurde mit einem Spatel entnommen, worauf das Pigment mit Alkohol extrahiert wurde. Man kann auch hier Äther, Benzol, Schwefelkohlenstoff und Chloroform als Lösungsmittel gebrauchen. In Alkohol ist der Farbstoff mit rotoranger Farbe löslich. Ein Tropfen Schwefelsäure lässt die Lösung zuerst intakt, setzt man aber einen weiteren Tropfen zu, so wird der Farbenton gelb und schliesslich leicht blaugrün. Mit Salzsäure wird die Lösung gelbrot, dann leicht blaugrün, mit Salpetersäure zuerst citronengelb, dann beinahe farblos. Auch durch rauchende Salpetersäure wird das Pigment zerstört und die Flüssigkeit zuerst goldgelb, dann beinahe farblos mit einem Stich ins Grüne. Chlorwasser zerstört die Farbe momentan, während Eisessig ohne Wirkung bleibt. Sowohl durch

Kalilauge als auch durch Ammoniak wird die Flüssigkeit rotgelb. Während eine Anzahl der roten Bakterienpigmentflüssigkeiten durch Zinkstaub und Eisessig eine Veränderung erleiden, so hat bei Micrococcus agilis die Reduktion keinen Einfluss. Ein Tropfen Schwefelsäure auf den ziegelroten Abdampfrückstand gebracht, bewirkt einen Umschlag der Farbe in Blaugrün, wogegen Kalilauge die Farbe bestehen lässt. Ausser den für den Micrococcus agilis sehr charakteristischen Reaktionen kommt ihm noch ein eigenartiges Spektrum zu; es tritt nämlich von 63—65 Verdunkelung auf, worauf von 65—68 ein starker Absorptionsstreifen wahrzunehmen ist; dann zeigt sich starke Verdunkelung bis 90 und hierauf vollständige Absorption.

Micrococcus aus Kot.

Von einer Kultur abstammend, welche von Herrn Professor *Wolfhügel* unter obiger Bezeichnung an Herrn Dr. *Migula* gesendet worden war.

Der Reisboden war auch für die Entwicklung dieses Micrococcus aus Kot günstig und nach 14 Tagen konnte der produzierte, ziegelrote Farbstoff entnommen und extrahiert werden. Die Löslichkeitsverhältnisse sind gleich denen der bis jetzt besprochenen Organismen; mithin erfolgt Lösung in Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Äther und Benzol, jedoch nicht in kaltem und warmem Wasser. In Alkohol ist das Pigment mit rötlichgelber Farbe löslich. Schwefelsäure verursacht keine Veränderung der Farbe, was auch für Salzsäure und Essigsäure zutrifft. Durch Salpetersäure wird die Lösung leicht gelb, durch rauchende Salpetersäure leicht gelb, beinahe farblos. Chlorwasser zerstört die Farbe momentan und bewirkt Farblosigkeit der Lösung, während Ammoniak

nicht verändernd auf das Pigment einwirkt. Wird die Lösung durch Kalilauge röter, so verliert sie andererseits durch Zinkstaub und Eisessig das Rot und wird citronengelb. Der rotgelbe Abdampfrückstand verändert sich auf Zusatz von Schwefelsäure nicht, wird dagegen orange d. h. röter wenn Kalilauge zur Verwendung kommt. Im Spektrum sieht man eine Verdunkelung von 80—88, worauf vollständige Absorption eintritt.

Micrococcus cinnabarinus.

Litteratur: *Zimmermann.* Die Bakterien der Chemnitzer Wasserleitung 1890. pag. 76 und 77.

Nachdem die nach 18 Tagen auf dem Reisboden entwickelten, zinnoberroten Kolonien mit Alkohol extrahiert worden waren, zeigte sich, dass der Farbstoff in kaltem und warmem Wasser unlöslich sei, den übrigen angewandten Lösungsmitteln aber nicht widerstehen könne. In Alkohol ist er mit rötlichgelber Farbe löslich. Mit Schwefelsäure bleibt die Lösung in ihrer Farbe zuerst bestehen, wird aber nach und nach röter (gelborange). Essigsäure hat keine Einwirkung auf das Pigment, und Salzsäure verhält sich wie Schwefelsäure. Durch Salpetersäure wie auch durch rauchende Salpetersäure wird die Flüssigkeit leicht hellgelb, während Chlorwasser die Lösung momentan farblos macht. Ammoniak wirkt nicht verändernd auf die Farbe ein; Kalilauge jedoch verursacht ein röter werden derselben (gelborange). Durch Reduktion wird die Lösung citronengelb. Der Abdampfrückstand ist gelbrot und wird durch Schwefelsäure blaugrün, während Kalilauge keine verändernde Einwirkung ausübt. Im Spektralbild, das mit dem von Micrococcus aus Kot übereinstimmt, nimmt man eine Verdunkelung von 80–88, dann vollständige

Absorption wahr. Dass die beiden Organismen aber von einander verschiedene Farbstoffe produzieren, lässt sich aus den Reaktionen leicht ersehen, namentlich wenn man die am Schlusse der Arbeit angefügte Tafel derselben betrachtet.

Sarcina rosea.

Litteratur: *Schröter*. Kryptogamenflora von Schlesien. No. 166. pag. 154.
Eisenberg. Diagnostik der Bakterien.

Auf dem nach drei Wochen produzierten, zinnoberrosa aussehenden Farbstoffbelag traten die einzelnen, glanzlosen Kolonien als Punkte von mehr oder weniger intensiver Färbung hervor. Ausser in Wasser ist das Pigment in den angegebenen Lösungsmitteln löslich. Die alkoholische Lösung ist rötlich goldgelb. Es zeigt sich, dass Salzsäure und Essigsäure ohne Einwirkung auf das Pigment sind, während durch Schwefelsäure und Salpetersäure die Flüssigkeit rein goldgelb wird. Rauchende Salpetersäure zerstört die Farbe und die Lösung wird leicht gelb, beinahe farblos. Entfärbt einerseits Chlorwasser die Flüssigkeit momentan, so weisen andererseits Kalilauge und Ammoniak keine verändernde Einwirkung auf. Durch Zinkstaub und Eisessig wird die Lösung schwach gelblich, beinahe farblos. Eine sehr charakteristische Reaktion wird durch das Einwirken von Schwefelsäure auf den rotgelben Abdampfrückstand hervorgerufen, indem die Farbe zuerst schmutzig gelbgrün, dann rotbraun und hierauf immer röter und röter wird, bis sie endlich dem Carmin sehr nahe kommt. Kalilauge dagegen verändert die Farbe nicht. Die alkoholische Lösung gibt im Spektralapparat auch ein charakteristisches Bild, in welchem das Spektrum von

75—85 verdunkelt wird: dann tritt ein Absorptionsstreifen bis 92 auf, worauf sich abermals Verdunkelung bis ungefähr 130 und dann vollständige Absorption zeigt. Eisenberg gibt an, dass bei Einwirkung von Schwefelsäure eine blaugrüne Farbe entstehe, während bei meiner Untersuchung die Farbenveränderung sich so eingestellt hat, wie oben angegeben wurde. Es ist sehr leicht möglich, dass die Sarcina rosea von Eisenberg eine andere Art ist, wie die von mir untersuchte, und dass es überhaupt verschiedene Sarcina-Arten gibt, die roten Farbstoff produzieren.

Bacillus aureus.

Litteratur: *Adametz.* Die Bakterien der Trink- und Nutzwässer. Wien 1888. pag. 49.

Nach 10 Tagen war der Reisboden mit einem ockergelben Überzuge bedeckt, welcher aus Kolonien bestand, die am Rande gefaltet waren. Das Pigment ist in Wasser unlöslich, löst sich jedoch in allen andern zur Verwendung herangezogenen Medien. Die alkoholische Lösung ist goldgelb. Durch Schwefelsäure und Salzsäure wird die Lösung ganz hellgelb, beinahe farblos, während Salpetersäure, rauchende Salpetersäure, sowie auch Chlorwasser die Flüssigkeit momentan entfärben. Ammoniak lässt die Farbe ebenso wie Kalilauge unverändert; bei längerem Stehen wird die Lösung jedoch hellorange. Durch Zinkstaub und Eisessig wird die Flüssigkeit vollständig entfärbt. Der goldgelbe Abdampfrückstand wird durch Zusatz von Schwefelsäure blaugrün, behält jedoch seine Farbe, oder wird bei längerer Einwirkung hellorange, wenn Kalilauge zur Verwendung kommt. Es tritt im Spektrum von 78—125 eine Verdunkelung ein und von da ab vollständige Absorption.

Bacillus aurescens.

Litteratur: *Frankland.* Philosophical transactions of the Royal Society of London. Studies on some new Micro-Organisms obtained from air 1887. pag. 271—272.

Nach 14 Tagen war der Reisboden mit einer dunkelchromgelben Auflagerung überzogen. Die einzelnen Kolonien waren gefaltet glanzlos. Mit Ausnahme von Wasser löst sich das Pigment in den angeführten Lösungsmitteln; in Alkohol mit goldgelber Farbe. Die Lösung erleidet durch einen Tropfen Schwefelsäure keine Veränderung, sobald aber mehrere Tropfen darauf einwirken, so wird die Farbe zerstört und die Flüssigkeit leicht blaugrün. Durch Salzsäure wird die Lösung leicht goldgelb mit einem bläulichgrünen Schimmer, während ein Tropfen Salpetersäure die Farbe zerstört und die Flüssigkeit leicht blaugrün, fast farblos werden lässt. Chlorwasser und rauchende Salpetersäure machen die Lösung farblos, wogegen Eisessig keine Einwirkung auf das Pigment ausübt. Durch Reduktion mit Zinkstaub und Eisessig wird die Lösung wasserhell, und Kalilauge bewirkt ein Rotgelbwerden der Flüssigkeit, was auch für Ammoniak zutrifft, jedoch in weit schwächerem Masse. Schwefelsäure zu dem goldgelben Abdampfrückstand gesetzt, ruft eine blaugrüne Färbung, Kalilauge eine rotgelbe hervor. Im Spektrum tritt eine Verdunkelung von 80 –84 ein, dann folgt vollständige Absorption.

Sarcina aurantiaca.

Litteratur: *Eisenberg.* Bakteriendiagnostik. No. 11.

Nachdem die Platte auf übliche Weise mit der Kultur übergossen worden war, entwickelte sich die Sarcina so schnell auf dem Nährboden, dass schon nach acht Tagen der orangegelbe Farbstoff entnom-

men werden konnte. In Wasser scheint das Pigment spurenweise, in den übrigen Lösungsmitteln sehr leicht löslich. Wirkt auf die goldgelbe alkoholische Lösung Schwefelsäure ein, so bleibt die Farbe zuerst bestehen, schwächt sich jedoch bald ab und geht in citronengelb über. Ebenso verhält sich Salzsäure. Durch rauchende Salpetersäure schlägt die Farbe in leicht citronengelb um, während Salpetersäure, sowie auch Chlorwasser die Farbe sofort zerstören. Eisessig blieb ohne Einwirkung auf das Pigment. Durch Kalilauge, sowie auch durch Ammoniak wird die Lösung hellorange, wogegen Zinkstaub mit Eisessig die Lösung entfärbt, doch erhält dieselbe einen leichten roten Schein. Der goldgelbe Abdampfrückstand wird bei Berührung mit Schwefelsäure blaugrün, mit Kalilauge purpurrot. Versetzt man die purpurrote Lösung mit Alkohol, so erhält man die bei Zusatz von Kalilauge zur alkoholischen Lösung entstandene hellorange Farbe. Von 74—78 ist das Spektrum schwach verdunkelt, von 78—81 erfolgt totale Absorption, von 81—84 Verdunkelung des Spektrums, dann vollständige Absorption.

Eisenberg gibt an, dieser goldgelbe Farbstoff werde durch konzentrierte Schwefelsäure dunkelblaugrün, durch Alkali rot. Diese Reaktionen stimmen mit den meinigen vollkommen überein.

Micrococcus aurantiacus.

Litteratur: *Schröter*. Beiträge zur Biologie der Pflanzen. 1870. pag. 119 und 126.

Cohn. Beiträge zur Biologie der Pflanzen. 1870. pag. 154—155.

Es entwickelten sich die Kolonien sehr üppig auf dem Reisboden, womit die Produktion eines schön orangegelben Farbstoffes verbunden war. Nach 12

Tagen wurde das Pigment von den Platten entnommen, worauf sich zeigte, dass das Pigment in Wasser sowohl in der Kälte als auch in der Wärme unlöslich sei. Unfiltriert hat die Flüssigkeit den Anschein, als ob das Pigment gelöst sei, wird sie aber filtriert, so läuft das Wasser klar ab. In den andern angegebenen Lösungsmitteln ist das Pigment löslich. Lässt man auf die goldgelbe, ins Orange übergehende Lösung die verschiedenen chemischen Agentien einwirken, so erhält man folgendes Ergebnis. Sowohl Schwefelsäure als auch Salzsäure und Essigsäure rufen ein helles Gelbwerden der Flüssigkeit hervor. Bei Zusatz von Salpetersäure wird die Lösung zuerst heller gelb, nach wenigen Minuten aber farblos, durch rauchende Salpetersäure dagegen und Chlorwasser sofort farblos. Ammoniak lässt die Farbe unverändert, während Kalilauge eine sehr typische Reaktion liefert, indem die Flüssigkeit auf Zusatz von einem Tropfen Kalilauge intensiv orangerot wird und dann ins Rote übergeht. Durch Reduktion wird die Lösung nicht verändert. Ein Tropfen Schwefelsäure zu dem ins Rote spielenden, goldgelben Abdampfrückstand gebracht, ändert die Farbe zuerst in blauviolett und nach und nach in blaugrün. Versetzt man mit Alkohol, so erhält man, wie oben angegeben, eine hellgelbe Lösung. Kalilauge bewirkt eine purpurrote Färbung, mit Alkohol verdünnt, tritt der durch Kalilauge produzierte, oben angegebene Farbenton wieder auf. Das Spektralbild ist folgendes: Eine Verdunkelung von 74—78; dann vollständige Absorption bis 81, hierauf unvollständige Absorption bis 84, dann wieder vollständige Absorption bis zum Ende des Spektrums.

Staphylococcus pyogenes aureus.

Litteratur: *Passet.* Untersuchungen über die Ätiologie der eiterigen Phlegmone des Menschen. Berlin 1885. pag. 8—11, 65.

Die Platten waren nach 10 Tagen mit einem crêmeartigen Farbstoff überzogen. Alkohol nimmt das Pigment mit schön goldgelber Farbe auf, und in gleicher Weise lösen es auch Äther, Schwefelkohlenstoff, Benzol und Chloroform, wogegen Wasser keine Wirkung ausübt. Die goldgelbe Lösung wird weder auf Zusatz von Schwefelsäure, noch durch Salzsäure und Essigsäure verändert, verliert jedoch die goldgelbe Farbe und geht in ein leichtes Grün mit gelblichem Schimmer über, sobald Salpetersäure darauf reagiert. Andererseits ruft rauchende Salpetersäure ein Verblassen der Lösung hervor, welch letztere dann wasserhell oder leicht grünlich aussieht. Durch Chlorwasser wird die Lösung farblos, bleibt jedoch unverändert, wenn Kalilauge oder Ammoniak zur Verwendung kommt. Zinkstaub und Eisessig entfärben die Flüssigkeit vollständig. Bringt man zu dem goldgelben Abdampfrückstand einen Tropfen Schwefelsäure, so geht die Farbe von blaugrün durch olivengrün in braun über. Kalilauge lässt auch die Farbe des Rückstandes bestehen. Im Spektrum werden die Farben von 77—125 stark verdunkelt, dann tritt vollständige Absorption ein. Zopf hat den Farbstoff als gelben Lipochromfarbstoff erkannt. Ich konnte die zwei Absorptionsstreifen bei F und zwischen F und G nicht beobachten.

Bacillus fuscus.

Litteratur: *Zimmermann.* Die Bakterien der Trink- und Nutzwässer, insbesondere der Chemnitzer Wasserleitung. pag. 70—71.

Nach acht Tagen konnte der durch die gefalteten Kolonien hervorgebrachte, dunkelchromgelbe

Farbstoff entnommen werden, worauf man zunächst erkennen konnte, dass Wasser das Pigment nicht löse. Zur Extraktion desselben können jedoch Chloroform, Benzol, Schwefelkohlenstoff und Äther Verwendung finden. In Alkohol ist der Farbstoff mit goldgelber Farbe löslich. Eisessig lässt die Farbe bestehen, was auch für Salzsäure zutrifft, wenn man nur einen Tropfen zusetzt, allein bei weiterem Zusatze verblasst die Lösung. Durch einen Tropfen Schwefelsäure wird die Lösung heller, durch zwei ganz hell, beinahe farblos, und so verhält sich auch Salpetersäure, während Chlorwasser und rauchende Salpetersäure die Farbe momentan zerstören und die Flüssigkeit farblos machen. Verursachen Kalilauge und Ammoniak ein leicht Orangewerden der Lösung, so führt dagegen Reduktion mit Zinkstaub und Eisessig beinahe zu vollständiger Farblosigkeit. Mit einem Tropfen Schwefelsäure wird der goldgelbe Rückstand schmutzig blaugrün, rotorange dagegen durch einen Tropfen Kalilauge. Das Spektrum wird von 88 110 verdunkelt, von 110 an erfolgt vollständige Absorption.

Bacillus ochraceus.

Litteratur: *Zimmermann.* Die Bakterien der Nutz- und Trinkwässer, insbesondere des Wassers der Chemnitzer Wasserleitung 1890. pag. 78—79.

Der Nährboden scheint für diesen Organismus äusserst günstig zu sein; denn schon nach fünf Tagen konnte der hellchromgelbe Farbstoff von demselben entnommen werden. Als Lösungsmittel können die angegebenen verwendet werden, mit Ausnahme von Wasser. In Alkohol ist das Pigment mit goldgelber Farbe löslich, und diese Farbe bleibt bestehen, wenn Schwefelsäure, Salzsäure oder Eisessig darauf einwirkt, wogegen sie durch Salpetersäure und rauchende

Salpetersäure hellgelb, beinahe farblos wird. Entfärbt Chlorwasser momentan, so rufen Kalilauge und Ammoniak ein leichtes Orangewerden der Flüssigkeit hervor. Zinkstaub und Eisessig lassen die Flüssigkeit vollständig farblos werden. Lässt man auf den goldgelben Abdampfrückstand einen Tropfen Schwefelsäure einwirken, so wird die Farbe schmutzig blaugrün, während Kalilauge das Pigment in rotorange verändert. Das Spektrum ist dasselbe, wie es dem Bacillus fuscus zukommt: Verdunkelung von 88—110, dann totale Absorption der übrigen Strahlen.

Bacillus aquatilis.

Litteratur: Grace *C. Frankland* und Percy *F. Frankland*. Zeitschrift für Hygiene. Bd. 6. pag. 381.
Tataroff. Die Dorpater Wasserbakterien. pag. 46—47.

Während der Bacillus aquatilis sich auf Agar verhältnismässig wenig schnell entwickelte, so ist seine Vermehrung eine viel raschere auf dem Reisboden, sodass ich schon nach sieben Tagen die dunkelchromgelbe, glänzende, ins Rote schillernde Auflagerung wegnehmen konnte. Die gebräuchlichen Lösungsmittel, ausser Wasser können Verwendung finden, und auch in Wasser ist das Pigment vielleicht spurenweise löslich. In Alkohol löst es sich mit rotoranger Farbe, welche Schwefelsäure und Eisessig unverändert lassen, Salzsäure in orange und Salpetersäure in braunrot umändert. Rauchende Salpetersäure macht die Lösung goldgelb, Chlorwasser entfärbt sie momentan, und durch einen Tropfen Kalilauge sowie auch durch Ammoniak wird sie schön karminrot. Durch Reduktion wird die Lösung citronengelb. Erhält der rötlichgelbe Abdampfrückstand blaugrüne, dann graugrüne Färbung, wenn man einen Tropfen Schwefelsäure zusetzt, so lässt ihn dagegen Kalilauge zuerst

schön karminrot und dann rotbraun werden. Das Spektrum ist von 75 -80 verdunkelt, dann erfolgt vollständige Absorption.

Bacillus diffusus.

Litteratur: Grace *C. Frankland* und Percy *F. Frankland.* Mikroorganismen im Boden. Zeitschrift für Hygiene. Bd. 6. pag. 396.

Tataroff. Die Dorpater Wasserbakterien. pag. 58—59.

Die Auflagerung auf dem Reisboden war nach 14 Tagen schmutzig schwefelgelb, der alkoholische Auszug goldgelb mit einem grünen Schimmer. Wasser löst das Pigment nicht, wohl aber die andern angeführten Lösungsmittel, und zwar lassen Schwefelsäure, Salzsäure und Eisessig die Lösung unverändert, während Salpetersäure und rauchende Salpetersäure ein Verblassen der Farbe verursachen. Chlorwasser zerstört die Farbe, welche jedoch durch Kalilauge und Ammoniak nicht verändert wird. Die Reduktion bewirkt ein sehr leichtes Citronengelbwerden der Lösung. Der citronengelbe Rückstand der alkoholischen Lösung wird durch Schwefelsäure blaugrün, dann olivengrün und schliesslich rotbraun, wogegen Kalilauge seine Farbe bestehen lässt. Spektrum: Es erfolgt Verdunkelung von 83 -100, von da ab vollständige Absorption.

Goldgelb chagrinierter Bacillus.

Litteratur: *Tataroff.* Die Dorpater Wasserbakterien. pag. 62—64.

Der Reisboden war für diese Bakterienart sehr zuträglich; denn schon nach acht Tagen war die Entwicklung der Kolonien so stark, dass die sehr dunkelgoldgelben gefalteten Kolonien von dem Boden abgenommen werden konnten. Es zeigte sich nun,

dass das Pigment sich in Alkohol mit goldgelber Farbe löste, und auch die sonst noch verwendeten Lösungsmittel mit Ausnahme von Wasser zur Extraktion des Pigmentes dienen können. Lässt man auf die alkoholische Lösung Schwefelsäure, Salzsäure oder Eisessig einwirken, so bleibt die Farbe bestehen, verblasst aber und wird leicht grün, wenn man Salpetersäure verwendet: rauchende Salpetersäure entfärbt die Lösung beinahe gänzlich, lässt ihr jedoch einen Stich ins Gelbe, und Chlorwasser entfärbt sie momentan. Durch Zusatz von Kalilauge wird die goldgelbe Lösung orange, während Ammoniak die Farbe zuerst bestehen lässt, dann in ein leichtes Braungelb umwandelt, welches bei längerem Stehen wieder zum ursprünglichen Goldgelb zurückkehrt. Beim Abdampfen der alkoholischen Lösung bleibt ein goldgelber Rückstand, wozu man nur einen Tropfen konzentrierter Schwefelsäure zu geben hat, um die goldgelbe Farbe von blaugrün in schmutzig grün übergehen sehen zu können. Kalilauge ruft dagegen ein Rotorangewerden des Pigmentes hervor. Durch Reduktion wird die Lösung citronengelb. Spektrum: von 75—78 Verdunkelung, dann vollständige Absorption. Der goldgelb chagrinierte Bacillus ist in der oben angegebenen Arbeit beschrieben. Der Verfasser spricht die Vermutung aus, dass Bacillus aureus Adametz, der ja äusserlich viele Ähnlichkeit mit dem goldgelb chagrinierten Bacillus hat, mit letzterem identisch sei. Vergleicht man jedoch das Verhalten des Pigmentes den Reagentien gegenüber, so wird man Verschiedenheiten wahrnehmen, die diese Vermutung nicht bestätigen.

Bacillus chrysogloia.

Litteratur: *Zopf.* Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft 1891. pag. 22.

Nach acht Tagen war der Reisboden von einer dunkeln, matten, chromgelben Auflagerung überzogen, und die einzelnen Kolonien waren vom Rande aus gefaltet. Abgesehen vom Wasser löst sich das Pigment in allen früher angegebenen Lösungsmitteln, in Alkohol mit goldgelber Farbe. Schwefelsäure, Salzsäure und Eisessig lassen die Farbe bestehen. Durch zwei Tropfen Salpetersäure wird die Lösung leicht gelb, beinahe farblos. Rauchende Salpetersäure verändert die Lösung ebenfalls in ein leichtes Gelb, das dann aber zu völliger Farblosigkeit herabsinkt. Chlorwasser entfärbt sofort. Durch Kalilauge wird die Lösung leicht orange, während ein und mehrere Tropfen Ammoniak dieselbe unverändert lassen. Durch Zinkstaub und Eisessig tritt vollständige Entfärbung ein. Der goldgelbe Abdampfrückstand wird mit einem Tropfen Schwefelsäure blaugrün und mit einem Tropfen Kalilauge rotorange. Das Spektrum ist von 88 -110 verdunkelt, dann erfolgt vollständige Absorption.

Bacillus arborescens.

Litteratur: Grace *C. Frankland* und Percy *F. Frankland.* Zeitschrift für Hygiene. Bd. 6. pag. 379.
Tataroff. Die Dorpater Wasserbakterien. pag. 55—56.

Diese Art entwickelte sich auf dem Reisboden rasch und üppig. Die Auflagerung war schwach orange, mehr ins Gelbe ziehend. In Alkohol löst sich das Pigment goldgelb. Der Farbstoff ist, ausser in Wasser, in den von mir angewandten Lösungsmitteln löslich, und zwar blieb bei Einwirkung von Schwefel-

säure, Salzsäure und Eisessig die Farbe der Lösung bestehen, was auch für Salpetersäure zutrifft, wogegen rauchende Salpetersäure ein heller gelb werden der Flüssigkeit bewirkt. Chlorwasser entfärbt die Lösung. Bei Einwirkung von Kalilauge wird sie dagegen rotorange und so verhält sich auch Ammoniak. Durch Zinkstaub und Eisessig verändert sich die Farbe ebenfalls, indem sie in ein leichtes Citronengelb übergeht, das dann aber fast völlig verschwindet, sodass die Lösung beinahe farblos aussieht. Der Rückstand, den man beim Eindampfen der alkoholischen Lösung erhält, ist goldgelb und wird bei Einwirken von Schwefelsäure zuerst gelbgrün, dann olivengrün und schliesslich gelbbraun. Mit Kalilauge wird er dagegen orange. Das Spektrum ist von 75—110 verdunkelt; dann erfolgt vollständige Absorption.

Micrococcus cereus flavus.

Litteratur: *Passet.* Untersuchungen über die Ätiologie der eiterigen Phlegmone des Menschen. Berlin 1885. pag. 53—54.

Die Kolonien hatten sich nach acht Tagen auf der Platte so üppig entwickelt, dass der schmutzig schwefelgelbe Farbstoff davon entnommen werden konnte. Dieses Pigment unterscheidet sich von allen bis jetzt besprochenen durch sein Verhalten gegen Lösungsmittel, indem es nämlich weder in Alkohol, sei er kalt oder warm, noch in Äther, Schwefelkohlenstoff, Benzol, Chloroform und Wasser löslich ist. Ebenso erfolglos war die Verwendung von Ricinusöl. Als einziges Lösungsmittel kann man 10 % Kalilauge gebrauchen, in welcher sich das Pigment nach einigem Kochen mit citronengelber Farbe löst. Die bei den andern Pigmenten ausgeführten Reaktionen will ich hier nicht näher beschreiben, weil sie nicht zuverlässig sind. Da für das Pigment ein geeignetes

Lösungsmittel fehlt, so können die Agentien nur auf Bakterienmasse und Farbstoff zugleich wirken, weshalb die Reaktion nicht rein verlaufen kann. Das Verhalten gegenüber den Lösungsmitteln reicht aber schon vollkommen hin, um diesen Organismus von ähnlichen zu unterscheiden.

Sarcina lutea.

Litteratur: *Maschek.* Die Untersuchung des Leitmeritzer Trinkwassers. No. 13. pag. 64.
Eisenberg. Bakteriendiagnostik. No. 13.

Die Sarcina entwickelte sich so üppig auf dem Reisboden, dass der erzeugte schwefelgelbe Farbstoff nach 10 Tagen entfernt werden konnte. Die Oberfläche des Nährbodens war gleichmässig gefärbt und hatte griesiges Aussehen. In Alkohol ist das Pigment mit citronengelber Farbe löslich, und Äther, Benzol, Chloroform und Schwefelkohlenstoff würden denselben Dienst leisten. In Wasser aber kann das Pigment weder in der Wärme noch in der Kälte gelöst werden. Auf Zusatz von Schwefelsäure bleibt die Farbe erst bestehen, schlägt jedoch bei weiterem Zusatze in leichtes Blaugrün um. Durch Salzsäure wird die Lösung gelbgrün. Mit Salpetersäure versetzt, bleibt die Farbe einen Augenblick bestehen und geht dann vom Gelben durchs Grünliche in ein sehr leichtes Rosa über, während rauchende Salpetersäure die Farbe sofort zerstört und dann in ein leichtes Rosa übergehen lässt. Chlorwasser entfärbt die Lösung momentan, wogegen Eisessig die Farbe der Flüssigkeit nicht verändert. Der Farbstoff ist gegen Reduktion beständig. Die citronengelbe Lösung bekommt sowohl auf Zusatz von Kalilauge als auch von Ammoniak einen Stich ins Grüne. Versetzt man den gelben Abdampfrückstand mit Schwefelsäure, so wird

er blaugrün: Kalilauge verändert die Farbe nicht. Das Spektrum ergibt folgendes Bild: Von 86—89 ein deutlicher Absorptionsstreifen, der sich scharf von dem Blaugrün abgrenzt: dann verdunkelt sich das Spektrum bis 92, worauf totale Absorption eintritt.

Bacillus violaceus.

Litteratur: *Zimmermann.* Die Bakterien unserer Trink- und Nutzwässer, insbesondere der Chemnitzer Wasserleitung. 1890. pag. 34—35.

Die Entwicklung dieser Bakterienart auf dem Reisboden hatte eine gleichmässige Violettblaufärbung desselben zur Folge. Es vergingen jedoch einige Tage, bis sich das Pigment einstellte, sodass es erst nach 14 Tagen entnommen werden konnte. Die Lösung des Farbstoffes in Alkohol vollzieht sich sehr leicht und ergibt eine blauviolette Farbe, während diejenige in Äther fast resultatlos bleibt, und Benzol, Schwefelkohlenstoff, Chloroform und Wasser überhaupt keine Wirkung hervorrufen. Bringt man auf die alkoholische Lösung Schwefelsäure, so geht die blauviolette Lösung in Blaugrün und schliesslich in reines Smaragdgrün über, was auch für Salzsäure zutrifft, während Eisessig wiederum keine Veränderung hervorruft. Schlägt die Farbe durch Salpeteräure von blaugrün in braungelb um, so wird sie andererseits durch rauchende Salpetersäure von blaugrün in rotbraun verändert. Durch Chlorwasser geht die blauviolette Farbe sofort in gelb über, verwandelt sich in moosgrün und nach zwei bis drei Minuten in braungelb, sobald ein Tropfen Kalilauge zugesetzt wird, kommt jedoch wieder zum Vorschein, wenn man vorsichtig Salzsäure dazugibt. Mit Ammoniak versetzt, wird die Lösung blau, dann blaugrün, vollständig entfärbt aber durch Einwirkung von Zinkstaub und

Eisessig und erhält auch beim Stehen an der Luft die ursprüngliche Farbe nicht wieder. Lässt man auf den blauvioletten Abdampfrückstand Schwefelsäure einwirken, so wird er gelb, verliert dieses Gelb aber wieder und erhält die oben bei Schwefelsäure angegebene smaragdgrüne Färbung, wenn man Alkohol zusetzt. Durch Kalilauge erzielt man ein Smaragdgrünwerden des Rückstandes, erhält aber die bei Kalilauge angegebene braungelbe Lösung, sobald mit Alkohol verdünnt wird. Spektrum: Rot ist vollständig zu sehen; von 41—70 tritt ein breiter Absorptionsstreifen auf, von 70—91 verdunkelt sich das Spektrum; von 90 ab ist blau und violett sichtbar.

Bacillus ianthinus.

Litteratur: *Zopf.* Die Spaltpilze. Breslau 1885. pag. 68.

Es vergingen drei Tage, bis die Farbstoffbildung auftrat. Die Intensität derselben steigerte sich von Tag zu Tag und nach zehn Tagen war der Reisboden mit einer tiefblauen Auflagerung überzogen. Die Kolonien waren chagriniert und bildeten eine zusammenhängende Haut. In Alkohol löst sich das Pigment mit violettblauer Farbe, während es in Äther nur wenig löslich ist. Das Verhalten dieses Pigmentes Lösungsmitteln und Reagentien gegenüber, sowie auch das Spektralbild, waren mit dem des violaceus vollständig identisch, sodass zur Unterscheidung der beiden Arten die Untersuchung des Pigmentes nicht dienen kann.

Zopf gibt über das Pigment folgendes an. Es ist schön violett und in Alkohol löslich.

Bacillus indigonaceus.

Litteratur: *Claesen.* Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde. No. 7. 1890. pag. 13—14.

Die Züchtung dieses Bacillus war mit vielen Schwierigkeiten verbunden. Ich habe in erster Linie den alkalischen Reisboden benützt, auf welchem sich die einzelnen Kolonien in der Grösse eines Sandkornes mit indigoblauer Farbe entwickelten, während die Umgebung derselben sich schmutzig olivengrün färbte. Auf andern Platten hat er überhaupt kein Pigment erzeugt. So habe ich schwach essigsaure Nährboden ohne Erfolg verwendet: schliesslich versuchte ich es auch mit beinahe neutralen Gelatineplatten, worauf die Kolonien dem Impfstrich entlang gediehen und ein ultramarinblaues Pigment erzeugten. Alle von mir verwendeten Lösungsmittel vermochten dasselbe nicht in Lösung zu bringen. Schliesslich entnahm ich von der Platte vorsichtig mit einem Platinspatel ein wenig von dem Pigment und liess konzentrierte Schwefelsäure darauf einwirken, wobei die Schwefelsäure gelblichbraun wurde. Salzsäure löst das Pigment mit indigoblauer Farbe: durch Ammoniak verliert diese Lösung die Farbe, erhält sie jedoch wieder durch vorsichtigen Zusatz von Salzsäure. Die salzsaure Lösung ist aber nur sehr kurze Zeit beständig und geht dann in schmutzig braungelb über. Eisessig hatte keine Einwirkung auf das Pigment. Erwärmte Salpetersäure bewirkte eine gelbe Lösung, die an der Luft beständig war. Ebenso verhält sich rauchende Salpetersäure, während Chlorwasser die Farbe sofort zerstört. Kalilauge bewirkte ein Bläulichgrünwerden des Pigmentes. — Die ausgeführten Reaktionen stimmen vollständig mit den bei Claesen angeführten überein.

Schluss.

Wie im experimentellen Teil gezeigt wurde, sind hauptsächlich nur in Wasser unlösliche Farbstoffe von Bakterien zur Untersuchung gelangt, neben welchen es jedoch nicht wenige Arten gibt, welche in Wasser lösliche Pigmente produzieren. Hieher gehören alle sogenannten fluoreszierenden Bakterien, deren meist grünlicher oder bläulicher Farbstoff seine Löslichkeit in Wasser schon dadurch verrät, dass er nicht die Kolonien, sondern den Nährboden bis in tiefe Schichten hinein färbt. Zwei von den bis jetzt bekannten Bakterienarten entwickelten sogar gleichzeitig einen in Wasser löslichen und einen unlöslichen Farbstoff. Der Bacillus lactis erythrogenes (identisch mit Bacterium rosafluorescens Tataroff) bildet einen unlöslichen, die Kolonien gelb tingierenden, und einen schön rosa aussehenden Farbstoff, der Agar und Gelatine bis zum Boden des Reagensgläschens durchdringt. Der Bacillus fluorescens aureus Zimmermann bildet ebenfalls einen gelben, den Kolonien angehörenden, unlöslichen Farbstoff, neben einem löslichen, prachtvoll grünen, welcher namentlich in jungen Agarkulturen reichlich zur Entwicklung kommt. Diese wasserlöslichen Bakterienpigmente wurden schon deshalb nicht weiter berücksichtigt, weil mir von der andern Gruppe ein weit umfangreicheres Material zu Gebote stand und es zunächst einmal darauf ankam, eine dieser Gruppen etwas eingehender in Bezug auf ihre Pigmente zu untersuchen. Schon mit blossem Auge nimmt man wahr, dass die verschiedenen chromogenen Bakterienarten auf gleichem Nährboden ver-

schiedene Farbstoffe produzieren, zugleich aber auch, dass Arten, die sich durch morphologische und entwicklungsgeschichtliche Differenzen, sowie auch in der Agar- und Gelatinekultur leicht von einander unterscheiden, äusserlich gleiche Farbstoffe hervorbringen können. Je nach der Farbe spricht man von roten, gelben, violetten u. s. w. chromogenen Bakterienarten. Es war mir nun darum zu thun, zu erfahren, ob sich innerhalb dieser Gruppen die Arten durch die Farbenveränderungen, welche chemische Agentien bei der alkoholischen Lösung oder dem Abdampfrückstand der Pigmente hervorrufen, genügend charakterisieren lassen, um auch dann noch die einzelnen Arten durch ihre Farbstoffe erkennen zu können, wenn sie auf den Nährboden scheinbar den gleichen Farbstoff produzieren. Es hat sich herausgestellt, dass diese Reaktionen zur Identifizierung einer Art ebenso gut herangezogen werden können, wie die sonst gebräuchlichen Merkmale. So wird es Niemand schwer fallen, den Bacillus indigonaceus von dem ianthinus zu erkennen. Während das Pigment des ersteren in Alkohol völlig unlöslich ist, so löst sich das des ianthinus mit Leichtigkeit in demselben auf. Um den Bacillus prodigiosus vom Kieler Bacillus zu unterscheiden, würde schon die einzige Reaktion, das Verhalten zur Reduktion genügen. Auch da, wo die bis jetzt zur Charakterisierung herangezogenen Merkmale keinen Aufschluss geben, kann man durch die Untersuchung des Pigmentes geringe Differenzen wahrnehmen, die besondere Arten erkennen lassen. So vermutet Tataroff, dass Bacillus aureus Adametz und der goldgelb chagrinierte Bacillus identisch seien. Es haben sich aber bei der Untersuchung der Pigmente kleine Verschiedenheiten gezeigt, die darauf hinweisen, dass man die beiden

Arten doch auseinanderhalten müsse. Während der Bacillus aureus Adametz ein Pigment produziert, das in alkoholischer Lösung durch Schwefelsäure und Salzsäure hellgelb wird, und schliesslich ins Farblose übergeht, bleibt die Farbe beim goldgelb chagrinierten bestehen. Diese Divergenzen sind zwar gering, aber völlig konstant und unveränderlich, sodass sie sehr wohl zwei von einander abweichende Farbstoffe angeben. Ebenso wichtig sind die, wenn auch geringen Differenzen, welche sich in den Reaktionen der Pigmente der zahlreichen roten Micrococcen erkennen lassen. Die Unterscheidung von Micrococcen wird ja in den meisten Fällen kaum durch morphologische oder entwicklungsgeschichtliche Merkmale ermöglicht werden, sondern sich meist auf biologische Eigenschaften stützen. Stimmen nun auch die Farbstoffe äusserlich überein, so wird die Unterscheidung schon ziemlich unsicher, sie erhält aber sofort eine weit festere Grundlage, wenn sich die sonst ähnlichen Farbstoffe bei gewissen Reaktionen ungleich verhalten. Andererseits kommen allerdings auch Bakterienarten vor, die sowohl auf Agar oder Gelatine kultiviert, wie auch morphologisch leicht von einander unterschieden werden können, aber, wie es scheint, denselben Farbstoff produzieren, wie es beim Bacillus violaceus und ianthinus der Fall ist. In wie weit sich diese einzelnen Arten in der Gruppe der roten, gelben und violetten Bakterien unterscheiden, ist aus der Tabelle ersichtlich. Dieselbe Art produziert stets auf gleichem oder ähnlichem Nährboden das gleiche Pigment, was auch schon daraus hervorgeht, dass die Untersuchungen, welche Erdmann 1866 und Schröter 1875 mit der alkoholischen Lösung des Pigmentes von Bacillus prodigiosus angestellt haben, im wesentlichen gleiche Ergebnisse lieferten, wie die meinigen.

Obgleich die Spektralanalyse eine vorzügliche Unterscheidungsmethode bei solchen Untersuchungen darbietet, so wird man sich doch fragen müssen, weshalb der eine, wie z. B. Ehrenberg bei prodigiosus drei, Griffiths zwei, Schröter und ich nur ein Absorptionsband bemerken konnten! Ich glaube, dass diese Unterschiede nur daher rühren, dass Spektralapparate von ungleicher Leistungsfähigkeit benützt worden sind. Ich habe den Spektralapparat von Bunsen-Kirchhoff benützt. Die typischen Spektra, die ich mit demselben erhalten habe, sind in beiliegender Tafel angegeben.

In wieweit diese Bakterienfarbstoffe mit den Anilinfarbstoffen übereinstimmen, wird sich erst dann genau ermitteln lassen, wenn man die ersteren zur Krystallisation gebracht und vermittelst der Elementaranalyse untersucht haben wird.

Kurz zusammengefasst, sind also die wichtigsten Ergebnisse der vorstehenden Arbeit folgende:

1) Die Bakterienfarbstoffe unterscheiden sich schon zum Teil durch ihr Verhalten zu Lösungmitteln.

2) Derselbe Organismus produziert unter gleichen Verhältnissen stets den gleichen Farbstoff.

3) Zwei morphologisch und kulturell verschiedene Bakterienarten können den gleichen Farbstoff hervorbringen.

4) Die meisten Arten, die scheinbar den gleichen Farbstoff produzieren und auch sonst sehr ähnlich sind, lassen sich mit Leichtigkeit durch die Reaktionen ihrer Farbstoffe auseinanderhalten.

Reactionen: A: Auf die alkoholische Lösung. B: den Abdampfrückstand.

Name.	Lösung.	Schwefelsaeure	Salzsaeure.	Essigsaeure.	Salpetersaeure.	Rauchende Salpet.	Chlorwasser	Kalilauge.	Ammoniak.	Zinkstb+Essigs.	Schwefelsäure	Kalilauge.
Bac prodigiosus	granatrot	Karmin, allmählig rotviolett.	Karmin, dann rotviolett	Karminrot	Karmin, dann rotviolett	Karminrot	rotbraun, dann goldgelb, dann farblos	braungelb	braungelb	Farbe bleibt bestehen.	rotbraun	gelbbraun
Kieler Bac.	granatrot	rotviolett	rotviolett	rotviolett	rotviolett	rotviolett	gelblich dann farblos	bräunlich goldgelb.	goldgelb	entfärbt	rotbraun	gelbrot
Bac. myxoides roseus.	goldgelb	Zuerst bestehen bleibend, dann hellgrünlich grün.	Dauergelbbraun, mit einem Stich ins Grüne.	bestehen	hellrot gelb, später gelblich, beinahe farblos	zerstört sofort, die Lösung fast ohne Stich ins Gelbe.	farblos	hellrot goldgelb mit einem Stich ins Grüne.	unverändert	zitronengelb	leicht olivengrün	unverändert
Bacter. ruber	rotgelb	unverändert	unverändert	unverändert	leicht grün beinahe farblos	fast farblos, ein wenig gelb grün.	entfärbt	unverändert	unverändert	zitronengelb	blaugrün	unverändert
Micr. erythromina.	rotgelb	mit einem Tropfen unverändert, mit mehr blaugrün.	unverändert	unverändert	einwenig gelber	farblos	farblos	einwenig gelber	unverändert	rein gelb	blaugrün, dann schmutzig blau, grün.	orange rot
Micr. rhodochrous	rötlich gelb	bräunlich gelb, bei Zusatz von mehr blaugrün.	fleischfarbig.	unverändert	grünlich gelb, mehr und mehr farblos	farblos	farblos	unverändert	rosa	rein gelb	schmutzig grün	unverändert
Rote Kokken v. Eminghen.	rotorange	unverändert	schmutzig gelb.	unverändert	unverändert	leicht gelbgrün	farblos	unverändert	unverändert	hellgelb, beinahe farblos	schmutzig olivengrün	rotorange
Micr. tetragenus ruber.	rotgelb	goldgelb	unverändert.	unverändert	leicht grünlich fast farblos	leicht gelblich, beinahe farblos	farblos	unverändert	unverändert	leicht gelb, beinahe farblos	olivengrün	unverändert
Micr. aus Roth	rötlich gelb	unverändert	unverändert	unverändert	beinahe farblos, Stich ins gelbe.	beinahe farblos, Stich ins gelbe.	farblos	etwas rötlich	unverändert	zitronengelb	unverändert	etwas rötlich
Micr. carneus	rotgelb	wenig gelber	unverändert	unverändert	verblasst, mit einem gelblich grünen Stiche	verblasst, mit einem gelblich grünen Stiche	farblos	etwas rötlich	unverändert	leicht gelb, beinahe farblos	olivengrün	etwas rötlich
Micr. agilis	rotorange	unverändert, bei mehr Zusatz leicht blaugrün	gelbrot, dann leicht blaugrün	unverändert	zitronengelb, allmählig farblos	goldgelb, dann beinahe farblos mit Stich ins Grüne	farblos	rotgelb	rotgelb	unverändert	blaugrün	unverändert
Micr. cinnabarinus.	rötlich gelb	zuerst bestehen, nach ½ h. nach rötlich.	zuerst bestehen, nach ½ h. nach rötlich.	unverändert	leicht fallgelb	leicht fallgelb	farblos	etwas rötlich	unverändert	zitronengelb	blaugrün	unverändert
Sarc. rosea	rötlich goldgelb	goldgelb	unverändert	unverändert	goldgelb	leicht gelb, beinahe farblos	farblos	unverändert	unverändert	schwach gelblich beinahe farblos	schmutzig gelbgrün dann rotbraun, allmälig dann karmin, später nach.	unverändert
Bac. aureus Ad.	goldgelb	fallgelb, beinahe farblos.	fallgelb, beinahe farblos	unverändert	entfärbt	entfärbt	entfärbt	unverändert	unverändert	entfärbt	blaugrün	fallorange
Bac. aurescens.	goldgelb	bestehen, mit mehr Zusatz fallgelb, leicht blaugrün.	goldgelb mit blässlich grünem Stiche	unverändert	beinahe farblos, mit einem Stich ins blaugrüne	entfärbt	entfärbt	rotgelb	rötlich gelb	entfärbt	blaugrün	rotgelb
Micr. aurantiacus	goldgelb ins Orange übergehend.	fallorgelb	fallorgelb	fallorgelb	fallorgelb, dann farblos	entfärbt	entfärbt	rotorange	unverändert	unverändert	blaugrün	purpurrot
Staphyl. pyog. aureus	goldgelb.	unverändert.	unverändert.	unverändert	verblasst und fast in leichtes Gelb mit Stich ins Grüne.	wasserhell mit einem Stich ins grünliche	entfärbt	unverändert	unverändert	farblos	blaugrün, olivengrün in breiter Zone.	unverändert.
Sarc. aurantiaca	goldgelb	von goldgelb, allmählig zitronengelb.	von goldgelb allmählig zitronengelb.	unverändert	farblos	fallzitronengelb	entfärbt	fallorange	fallorange	sehr leicht rot, beinahe farblos	blaugrün	purpurrot
Bac. fuscus	goldgelb	leicht gelb, fast farblos.	zuerst bestehen, mehr verblasst die Lösung	unverändert	leicht gelb, beinahe farblos	entfärbt	entfärbt	leicht orange	leicht orange	beinahe farblos	schmutzig blaugrün	rotorange
Bac. ochraceus	goldgelb	unverändert	unverändert	unverändert	leicht gelb, beinahe farblos	leicht gelb, beinahe farblos	entfärbt	leicht orange	leicht orange	entfärbt	schmutzig blaugrün	rotorange
Bac. chrysogloia	goldgelb	unverändert	unverändert	unverändert	leicht gelb, beinahe farblos	leicht gelb, beinahe farblos	entfärbt	leicht orange	unverändert	entfärbt	blaugrün	rotorange
Bac. aquatilis	rotorange	unverändert	leicht orange	unverändert	braunrot	goldgelb	entfärbt	schön karminrot	schön karminrot	zitronengelb	blaugrün, dann grasgrün	schön karminrot dann rotbraun
Bac. arborescens	goldgelb	unverändert	unverändert	unverändert	unverändert	fallgelb	entfärbt	rotorange	rotorange	leicht zitronengelb, beinahe farblos	gelbgrün, dann olivengrün, allmählig gelbbraun	orange
Goldgelb chagrinierter Bac.	goldgelb	unverändert	unverändert	unverändert	verblasst und wird leicht grün	beinahe entfärbt, Stich ins Gelbe	entfärbt	orange	zuerst unverändert, dann beinahe braungelb, dann wieder goldgelb	zitronengelb	blaugrün, dann schmutzig grün	rotorange
Bac. diffusus	goldgelb mit grünem Stiche	unverändert	unverändert	unverändert	verblasst	verblasst	entfärbt	unverändert	unverändert	fast zitronengelb	blaugrün, olivengrün, rotbraun	bestehen
Sarc. lutea	zitronengelb	unverändert, bei mehr Zusatz leicht blaugrün.	gelbgrün	unverändert	von gelbgrün durch grünlichgelb in sehr leichtes rosa beinahe farblos	sofort in ein leichtes rosa	farblos	zitronengelb, mit einem Stich ins Grüne	zitronengelb mit einem Stich ins Grüne	unverändert	blaugrün	unverändert
Bac. violaceus	violettblau	smaragdgrün	smaragdgrün	unverändert	blaugrün, dann braungelb	blaugrün in rotbraun	gelb	wasserhell, dann braungelb	blau, dann blaugrün.	entfärbt	gelb	smaragdgrün
Bac. ianthinus	violettblau	dito.	dito.	dito.	dito	dito.	dito.	dito.	dito.	dito.	dito.	dito.